

FTIR dan Penyerapan Uap Air dari Biokomposit Film Pati Bengkuang dengan Penguat Serat Ampas Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)

FTIR and Moisture Absorption of Yam Bean Starch Biocomposites with Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*) Bagasse Fibers as Reinforcement

Melbi Mahardika^{1,2*}, Hairul Abral², Anwar Kasim³, Syukri Arief⁴, dan Mochamad Asrofi^{1,2}

¹Program Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

³Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang

⁴Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

*E-mail: melbimahardika@gmail.com

ABSTRACT

Biocomposites from yam bean starch with yam bean bagasse (YBB) fibers as reinforcement has been successfully fabricated. The fabrication method was solution casting. YBB was varied for 1, 2, 3 and 4wt% (from dry weight starch basis). 2 mL glycerol was used as a plasticizer. The relative humidity (RH) condition in moisture testing was 99%. The result shows that the addition YBB able to decreased moisture absorption of starch film. The lowest moisture absorption was in biocomposites with 4wt% YBB. The moisture absorption test was supported by fourier transform infrared (FTIR) data.

Keywords: Biocomposite, yam bean, yam bean bagasse, moisture, FTIR

PENDAHULUAN

Plastik sintetis telah menyebabkan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan plastik sintetis sulit terdegradasi secara alami di alam. Butuh alternatif solusi pengganti plastik sintetis dengan plastik yang lebih ramah lingkungan yang disebut bioplastik. Salah satu bahan baku yang menjanjikan untuk pembuatan bioplastik adalah penggunaan pati (de M. Teixeira *et al.* 2009; Lomeli-Ramírez *et al.* 2014; Agustin *et al.* 2013).

Sekarang ini pati telah banyak digunakan sebagai bahan pembuat bioplastik untuk mengurangi pemakaian plastik sintetis. Film dari pati memiliki kelebihan seperti mudah terurai secara alami di alam (*biodegradable*), mudah didapat, tidak beracun dan mudah dibentuk (de M. Teixeira *et al.* 2009; Nasri-Nasrabadi *et al.* 2014). Akan tetapi, film dari pati juga memiliki kekurangan seperti permeabilitas rendah terhadap gas, penghalang uap air yang buruk dan sangat sensitif terhadap kelembapan relatif (Müller *et al.* 2009). Pati merupakan polimer hidrophilik (suka air) yang terdiri dari ikatan α -D-1,4-glicosidic. Pati tersusun dari rantai amilosa (linier) dan amilopektin (bercabang) (Nasri-Nasrabadi *et al.* 2014). Salah satu kelemahan film pati adalah memiliki penyerapan uap air yang tinggi (hidrophilik) (Vercelheze *et al.* 2012).

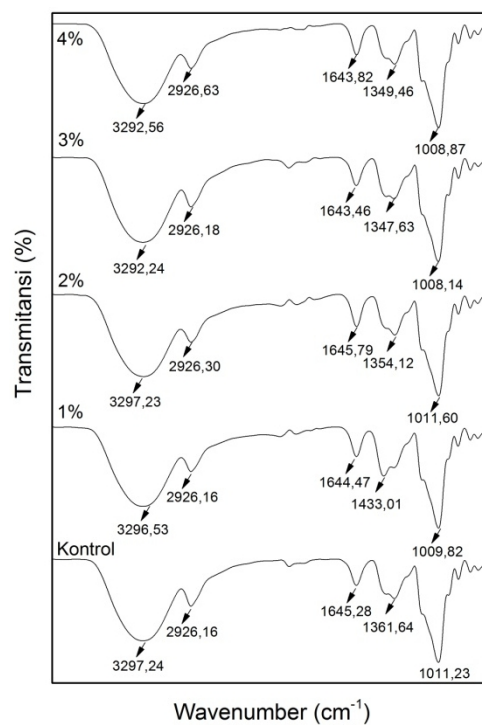
Penyerapan uap air yang tinggi akan menurunkan kualitas produk dalam kemasan. Hal ini dikarenakan terjadinya proses degradasi makanan seperti fenomena korosi, oksidasi dan sifat organoleptik (Shariatnia *et al.* 2015). Beberapa penelitian terdahulu pembuatan film pati adalah penggunaan pati singkong dengan serat kayu lunak sebagai penguat (Müller *et al.* 2009), pati singkong dengan penguat ampas tebu dan *montmorillonite* (Vercelheze *et al.* 2012), pati ubi kayu dengan penguat serat sabut (Lomeli-Ramírez *et al.* 2014), pati jagung dengan penguat serat kenaf (Karimi *et al.* 2014), pati singkong dengan penguat ampas singkong (de M. Teixeira *et al.* 2009), pati tapioka dengan penguat serat eceng gondok (Asrofi *et al.* 2018; Abral *et al.* 2018) dan pati tapioka dengan penguat serat tandan kosong kelapa sawit (Abral *et al.* 2018). Penambahan *filler* seperti serat alam dapat memperbaiki sifat serapan uap air film pati.

Dari beberapa penelitian sebelumnya serat sebagai penguat pada komposit memiliki sifat spesifik yang sangat baik seperti kekuatan tinggi, ringan dan memiliki sifat penghalang yang baik. Beberapa serat alam yang telah digunakan sebagai *filler* pada pembuatan komposit adalah nanoserat dari bakteri selulosa (Abral *et al.* 2016) dan ampas singkong (de M. Teixeira *et al.* 2009). Salah satu serat yang memiliki potensi sebagai penguat pada film

pati adalah serat ampas bengkuang. Serat ampas bengkuang belum pernah digunakan sebagai penguat pada film pati. Selain ampas bengkuang, umbi bengkuang dapat diekstraksi sebagai pati bengkuang yang merupakan bahan baku utama pembuatan biokomposit film pati (Mali *et al.* 2004). Umbi bengkuang merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak terdapat di Indonesia khususnya daerah Padang, Sumatera Barat. Ketersediaan umbi bengkuang berlimpah namun belum dimanfaatkan dengan baik. Penelitian terdahulu tentang pembuatan film dari pati bengkuang yang berasal dari Brazil dilakukan oleh (Mali *et al.* 2004) dengan kadar amilosa dan amilopektin pati sebesar 30% dan

70%. Berbeda daerah tempat tumbuh umbi bengkuang akan berbeda komposisi kimia dari umbi bengkuang tersebut.

Film berbasis pati bengkuang yang diperkuat serat ampas bengkuang memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan pada aplikasi kemasan makanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk pembuatan biokomposit film berbasis pati bengkuang dengan penguat serat ampas bengkuang yang memiliki sifat serapan uap air yang rendah. Untuk mengetahui sifat serapan uap air film pati sebelum dan setelah penambahan serat dilakukan pengujian serapan uap air dan didukung oleh pengujian FTIR *spectroscopy*.



Gambar 1. Grafik FTIR biokomposit film

METODE

Material

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) didapatkan dari petani lokal Padang, Sumatera Barat. Gliserol didapat dari Bratachem. Gliserol berfungsi sebagai *plasticizer* didalam pembuatan biokomposit film. SAB yang memiliki kadar selulosa sebesar 55%. Variasi penambahan SAB adalah 1, 2, 3 dan 4wt% dari berat kering pati.

Pembuatan Biokomposit Film Pati Bengkuang/SAB

Proses ekstraksi pati bengkuang. Umbi bengkuang dibuang kulitnya. Setelah itu, bengkuang yang telah

dipotong 1,5-2 cm dimasukkan kedalam *slow grinding fruit juicer*. Pada proses penghancuran terjadi pemisahan antara ampas dan sari pati bengkuang. Sari pati bengkuang disaring dengan saringan sablon 200 mesh (74 μ m). Sari pati bengkuang diendapkan selama 8 jam. Setelah itu, sari pati bengkuang dikeringkan oven (*Universal Oven Memmert UN-55*) 12 jam pada temperatur 60°C. Pati bengkuang yang telah kering didapatkan.

Proses isolasi SAB. Ampas bengkuang dikeringkan oven 18 jam dengan temperatur 60°C. Ampas bengkuang kering disaring dengan saringan sablon 200 mesh. Serat ampas bengkuang kering didapatkan.

Pembuatan biokomposit film. Pati bengkuang dengan berat 10 gr dilarutkan dalam 100 mL aquades. Larutan ditambahkan penguat SAB. Variasi konsentrasi SAB yang digunakan sebesar 1, 2, 3 dan 4wt%. SAB didispersikan kedalam larutan dengan homogenizer (*WiseTis Equipment ultrasonic homogenization*). Kondisi yang digunakan saat homogenisasi adalah putaran 12.000 rpm selama 2 menit. Proses gelatinisasi dengan penambahan gliserol 2 mL kedalam larutan. Larutan dipanaskan pada *hot plate* pada temperatur 60°C selama 20 menit. Larutan yang telah menggelatin dituangkan dalam cawan petri (diameter 150 mm). Larutan dikeringkan oven pada temperatur 50°C selama 20 jam.

Pengujian Penyerapan Uap Air Biokomposit
Semua sampel biokomposit film/SAB dikeringkan oven sampai berat sampel konstan. Metode pengujian penyerapan uap air menggunakan metode gravimetri. Semua sampel dimasukkan kedalam kotak tertutup yang berukuran p x l x t (170x 170 x 160 mm). Kondisi kelembapan relatif dan temperatur di dalam kotak adalah 99% dan 25°C. Sampel didiamkan di dalam wadah tertutup selama 0-360 menit. Sampel ditimbang setiap 30 menit untuk mengukur pertambahan berat akibat penyerapan uap air pada biokomposit film. Semua sampel ditimbang menggunakan timbangan digital (Kenko) dengan ketelitian 0,1 mg. Persentase dari penyerapan uap air didapatkan dengan cara berat awal sampel dikurangi berat akhir sampel dibandingkan dengan berat awal sampel.

Pengujian FTIR

Struktur kimia dari biokomposit film/SAB dipelajari dengan karakteristik FTIR menggunakan FTIR *instrument the perkin-Elmer frontier* (Universitas Negeri Padang, Indonesia) dengan rentang panjang gelombang (600-4000 cm^{-1}) dengan resolusi 4 cm^{-1} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

FTIR

Gambar 1 menunjukkan spektrum grafik FTIR dari biokomposit film pati bengkuang yang ditambah dengan SAB. Dari gambar tersebut, ada beberapa puncak penyerapan dari gugus fungsional biokomposit. Pada *wavenumber* sekitar 3000 cm^{-1} terdapat puncak yang mengindikasikan adanya gugus peregangan OH pada semua sampel biokomposit. Pada film bengkuang tanpa serat memiliki *wavenumber* yang lebih besar dibandingkan yang diberikan serat yaitu 3297 cm^{-1} . Setelah ditambahkan serat, *wavenumber* bergeser ke arah yang lebih kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi

pembentukan formasi ikatan hidrogen yang baik di dalam biokomposit yang ditambahkan serat yang menandakan berkurangnya laju penyerapan uap air film. Kesimpulan ini didukung oleh penelitian sebelumnya (Majdzadeh-Ardakani *et al.* 2010).

Pada *wavenumber* sekitar 2900 cm^{-1} semua sampel menunjukkan puncak. Ini diindikasikan adanya getaran dari gugus fungsi dari C-H (Asrofi *et al.* 2017). Gugus penyerapan air dari sampel biokomposit ditunjukkan pada daerah sekitar 1645 cm^{-1} . Terlihat bahwa semua sampel biokomposit menunjukkan puncak serapan air. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa film biokomposit tanpa ditambahkan serat memiliki transmitansi yang paling rendah. Dengan rendahnya transmitansi, maka serapan air menjadi dominan.

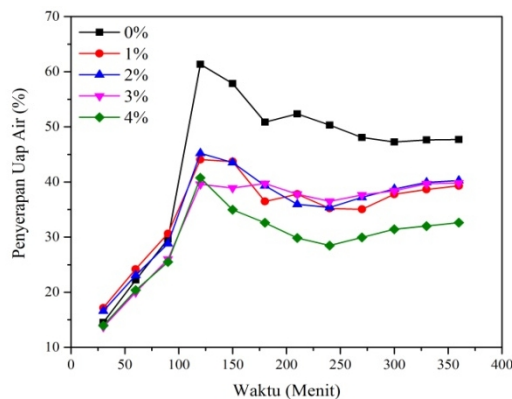
Fenomena ini berbeda ketika film biokomposit ditambahkan dengan SAB. Film biokomposit ini memiliki transmitansi yang lebih tinggi (absorban rendah) dibandingkan dengan film murni tanpa penambahan serat. Nilai transmitansi dari biokomposit 4wt% SAB yaitu 69,95%. Hasil ini membuktikan bahwa biokomposit ini kurang bersifat hidrophilik (suka air). Data ini juga didukung oleh pengujian serapan uap air. Penelitian sebelumnya juga melaporkan hasil yang sama dengan fenomena tersebut (Nasri-Nasrabadi *et al.* 2014).

Untuk *wavenumber* sekitar 1400-1300 cm^{-1} mengindikasikan adanya getaran cincin aromatik dari lignin. Ini mengindikasikan bahwa komponen lignin masih ada di dalam SAB. Hasil ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya (Abraham *et al.* 2011; Agustin *et al.* 2013; Mahardika *et al.* 2018). Untuk gugus sekitar 1000 cm^{-1} , mengindikasikan adanya gugus regangan dari C-C (Asrofi *et al.* 2017).

Penyerapan Uap Air Biokomposit Film

Pada Gambar 2 terlihat hasil pengujian serapan uap air untuk semua sampel biokomposit. Gambar 2 merupakan grafik laju penyerapan uap air dari film pati murni dan biokomposit film. Dari grafik tersebut terlihat pengurangan laju serapan uap air biokomposit seiring dengan penambahan konsentrasi SAB dibandingkan film pati murni. Peningkatan serapan uap air film seiring dengan lama pengujian. Hal ini dikarenakan karakter hidrophilik dari molekul pati bengkuang dan pengaruh gugus fungsi OH pada *wavenumber* 3297 cm^{-1} dari hasil pengujian FTIR. Pada lama pengujian 120 menit biokomposit film

telah mengalami titik jenuh serapan uap air.



Gambar 2. Grafik penyerapan uap air biokomposit film/SAB

Laju serapan uap air terendah terdapat pada biokomposit film dengan penambahan 4wt% SAB. Hal ini mengindikasikan serat efektif dalam mengurangi laju serapan uap air biokomposit film dan mengurangi sifat hidrophilik dari film pati.

Hasil ini mengindikasikan penambahan SAB meningkatkan ketahanan biokomposit film terhadap uap air dikarenakan interaksi yang baik antara gugus *hydroxyl* pada SAB dengan gugus *carboxyl* pada pati yang membentuk ikatan hidrogen yang kaku. Penyebab lain penurunan laju serapan uap air adalah molekul air sulit untuk berdifusi di dalam biokomposit film karena fungsi serat dapat mengurangi porositas berukuran mikro di dalam matriks pati. Analisis ini didukung oleh penelitian sebelumnya (Abral *et al.* 2018; Asrofi *et al.* 2018; Nasri-Nasrabadi *et al.* 2014).

KESIMPULAN

Penelitian ini adalah penelitian yang pertama kali melaporkan efek penambahan SAB terhadap laju serapan uap air biokomposit film pati bengkang. Hasilnya adalah efek penambahan konsentrasi SAB mengurangi laju serapan uap air biokomposit film dan mengurangi sifat hidrophilik film pati murni. Biokomposit film dengan penambahan 4wt% SAB memiliki laju serapan uap air terendah. Pati bengkang dan SAB sebagai penguat sangat menjanjikan untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik yang ramah lingkungan. Harapan penulis untuk meningkatkan performa biokomposit, serat terlebih dahulu dilakukan proses delignifikasi. Kemudian isolasi serat sampai berukuran nano.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial dari KEMENRISTEK DIKTI Indonesia melalui program PMDSU Batch 2 sehingga penelitian dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, E. *et al.*, 2011. Extraction of Nanocellulose Fibrils from Lignocellulosic Fibres: A Novel Approach. *Carbohydrate Polymers*, 86(4), 1468–1475.
- Abral, H. *et al.*, 2018. Characterization of Tapioca Starch Biopolymer Composites Reinforced with Micro Scale Waterhyacinth Fibers. *Starch/Starke*.
- Abral, H. *et al.*, 2018. Effect of Vibration Duration of High Ultrasound Applied to Bio-Composite While Gelatinized on Its Properties. *Ultrasonics Sonochemistry*, 40, 697–702.
- Abral, H., Mahardika, M. 2016. Tensile Properties of Bacterial Cellulose Nanofibers-Polyester Composites. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 137, 12019.
- Agustin, M.B. *et al.*, 2013. Starch-based Biocomposite Films Reinforced with Cellulose Nanocrystals from Garlic Stalks. *Polymer Composites*, 34(8), 1325–1332.
- Asrofi. *et al.*, 2017. XRD and FTIR Sstudies of Nnanocrystalline Cellulose from Water Hyacinth (*Eichornia Crassipes*) Fiber. *Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials*, 29, 9-16.
- Asrofi. *et al.*, 2018. Effect of Duration of Sonication During Gelatinization on Properties of Tapioca Starch Water Hyacinth Fiber Biocomposite. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 167-176.
- de M. Teixeira, E. *et al.*, 2009. Cassava Bagasse Cellulose Nanofibrils Reinforced Thermoplastic Cassava Starch. *Carbohydrate Polymers*, 78(3), 422–431.
- Karimi, S. *et al.*, 2014. Biodegradable Starch-Based Composites: Effect of Micro and Nanoreinforcements on Composite Properties. *Journal of Materials Science*, 49(13), 4513–4521.
- Lomeli-Ramírez, M.G. *et al.*, 2014. Bio-Composites of Cassava Starch-green Coconut Fiber: Part II—Structure and Properties. *Carbohydrate Polymers*, 102,

- 576–583.
- Mahardika, M. *et al.*, 2018. . Production of Nanocellulose from Pineapple Leaf Fibers via High-Shear Homogenization and Ultrasonication. *Fibers*, 6, 28.
- Majdzadeh-Ardakani, K., Navarchian, A.H. & Sadeghi, F., 2010. Optimization of Mechanical Properties of Thermoplastic Starch/Clay Nanocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 79(3), 547–554.
- Mali, S. *et al.*, 2004. Barrier, Mechanical and Optical Properties of Plasticized Yam Starch Films. *Carbohydrate Polymers*, 56(2), 129–135.
- Müller, C.M.O., Laurindo, J.B. & Yamashita, F., 2009. Effect of Cellulose Fibers Addition on The Mechanical Properties and Water Vapor Barrier of Starch-based Films. *Food Hydrocolloids*, 23(5), 1328–1333.
- Nasri-Nasrabadi, B., Behzad, T. & Bagheri, R., 2014. Preparation and Characterization of Cellulose Nanofiber Reinforced Thermoplastic Starch Composites. *Fibers and Polymers*, 15(2), 347–354.
- Shariatnia, Z., & Fazli, M., 2015. Mechanical Properties and Antibacterial Activities of Novel Nanobiocomposite Films of Chitosan and Starch. *Food Hydrocolloids*, 46, 112-124.
- Vercelheze, A.E.S. *et al.*, 2012. Properties of Baked Foams Based on Cassava Starch, Sugarcane Bagasse Fibers and Montmorillonite. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1302–1310.

